



# **TERÄSVYÖJÄTTEEN VÄHENTÄMINEN KOKOONPANOSSA**

Outi Karjalainen

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2013  
Kone- ja tuotantotekniikan koulu-  
tusohjelma  
Kone- ja laiteautomaatio  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio

KARJALAINEN, OUTI  
Teräsvyöjätteen vähentäminen kokoonpanossa

Opinnäytetyö 54 sivua, joista liitteitä 21 sivua  
Tammikuu 2013

---

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin suurimmat syyt henkilöautorenkaan kokoonpanon teräsvyöjätteelle. Teräsvyöt valmistetaan yhdistämällä terästä ja kumia. Jäte on suuri kuluerä Nokian Renkaiden toiminnassa ja aiheuttaa suuret kustannukset vuosittain.

Tiedot häiriöistä saatiin konekohtaisilla seurantalomakkeilla. Seurantajakson pituus oli kaksi kuukautta. Lisäksi työssä eroteltiin laatu-, vaihto- ja konehäiriöjäte. Tarkoituksena oli keksiä parannuskohteita.

Seurantakaavakkeen tulosten perusteella tehtiin parannussuunnitelma suurimpien syiden vähentämiseksi yhdessä kokoonpanon ja komponenttiosaston laatuhenkilöiden ja esimiesten kanssa.

Tavoitteena oli vähentää teräsvyöjätettä, parantaa kokoonpanokoneen toimivuutta sekä tehostaa tuotantoa.

Jättemäärät piti suhteuttaa tehtyyn rengasmäärään (g/rengas). Jättemäärän tavoitetaso on 15 g/rengas.

## ABSTRACT

TAMK, University of Applied Sciences  
Mechanical and production engineering  
Machine and device automation

KARJALAINEN OUTI  
Steelbelt waste reduction in assembly

Bachelor's thesis 54 pages, appendices 21 pages.  
January 2013

---

The main purpose of this thesis was figure out biggest cause of assembly steelbeltwaste. Main target was to allay steelbelt waste, improve assemblymachines function and raise outputs. The information about the disturbances was obtained on the follow-up

Purpose of this thesis was to figure out of the main reasons for steelbeltwaste. Steelbelts are prepared by combining steel and rubber. Waste is a major cost item for Nokian Tyre high costs each year.

The aim was to reduce the steelbeltwaste, improve the functionality of the machine configuration, as well as increase the volume of production.

Information failures were record-machine specific. In addition work were separated the quality, exchange and machine interference waste. Meaning was find areas for improvement.

Follow-up form will be made on the basis of the results of the main causes of the improvement plan together to reduce the assembly and component quality department personnel and supervisors.

The amount of waste had to relate the number of tire (g / tire). The amount of waste target is 15g/tire.

## Sisällysluettelo

1 JOHDANTO .....	7
2 NOKIAN RENKAAT .....	8
3 TUOTANNON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET .....	9
4 HENKILÖAUTORENKAAN VALMISTUSPROSESSI .....	11
5 KOMPONENTTIVALMISTUS .....	12
5.1 Sisäkerroskumi, eli inneri.....	13
5.2 Kaapeli .....	13
5.3 Teräsvyö.....	14
5.4 Runkokoordi .....	14
5.5 JLB .....	14
6. HENKILÖAUTORENKAAN KOKOONPANO .....	15
7. TERÄSVYÖN VALMISTUS.....	17
8. TERÄSVYÖJÄTTEEN SYNTY KOKOONPANOSSA.....	18
8.1 Teräsvyöjäteseuranta .....	19
8.2 Konehäiriöjäte .....	19
8.3 Vaihtojäte .....	19
8.4 Laatujaäte.....	20
8.5 Teräsvyön valmistustoleranssit .....	20
8.6 Teräsvyön katkaisu ja saumaus, K-39 ja K-41 .....	20
9. TERÄSVYÖJÄTE.....	21
9.1 Kone 39 .....	21
9.2 Kone 41 .....	21
9.3 Kone 45 .....	21
9.4 Teräsvyöjätteet painogrammoina/häiriö .....	21
10. YHTEENVETO TERÄSVYÖJÄTTEESTÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	22
10.1 Muutokset Steellasticillä .....	23
10.2 WMI 248-singleille tehdyt teräskuljetin- ja leikkuu muutokset.....	24
10.21 Ohjelmamuutokset.....	24
10.22 Terämuutos .....	25
10.23 Magneetit.....	26
10.24 Rullaratamuutos .....	26
10.25 Leikkuuvaste .....	27
11. TULOKSET PAPARANNUSTEN JA MUUTOSTEN JÄLKEEN.....	28
LÄHTEET.....	30
LIITTEET .....	31
Liite 1. Teräsvyön valmistusprosessi.....	31

Liite 2. Seurantalomake.....	33
Liite 3. Teräsvyön laatutoleranssi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 4. Kokoonpanon työohje teräsvyölle .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 5. Kokoonpanon teräsvyöjäte vuosina 2007-2011 g/rengas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 6. Teräsvyön leikkuujäte vuosina 2007-2011	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 7. Komponenttiosasto steellasticin teräsvyön valmistustoleranssit ja laadunvarmistus toimenpiteet.....	1(2)
Liite 7. Komponenttiosasto steellasticin teräsvyön valmistustoleranssit ja laadunvarmistus toimenpiteet.....	2(2)
Liite 8. K-39 Suurimmat teräsvyöjätessyyt syys- ja lokakuussa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 9. K-41 Suurimmat teräsvyöjätessyyt syys- ja lokakuussa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 10. K-45maxx suurimmat teräsvyöjätessyyt syys- ja lokakuussa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 11. Kaavio 2. Teräsvyöjäte g/aihio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 12. Kaavio 3. Kokonaislaatujaite (g/häiriö) K-39	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 13. Kaavio 4. Teräsvyöjätteen kokonaismäärä (g/häiriö) K-41.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 14. Kaavio 5. Teräsvyöjätteen kokonaismäärä (g/häiriö) K-45(maxx) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 15. Kaavio 6. Jätteen jakautumisen kone-, vaihto-, ja laatujaiteisiin (g/häiriö) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 16. Kaavio 7. Teräsvyön tekijän nimikirjaimet ja prosentuaalinen osuus teräsvyöjätteestä syyskuu .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 17. Kaavio 8. Teräsvyön tekijän nimikirjaimet ja prosentuaalinen osuus teräs lähettää toleranssit ylittävää teräsvyötä vyöjätteestä lokakuu .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 18. Kaavio 9. Teräsvyöjäte kappaleina ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 19. Kaavio 10. Konehäiriöjätteiden keskimääräinen muutos.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 20. Kaavio 11. Vaihtojätteen keskimääräinen muutos	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Liite 21. Kaavio 12. Laadusta johtuvan jätteen keskimääräinen muutos .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## TERMIEN SELITYKSET

Teräsvyö	Teräslanka on kumitettu molemmin puolin
Aihio	Kokoonpanokoneella valmistettu vulkanoimaton rengas
Koordi	Molemmin puolin kumitettua viskoosi- tai polyesterikangasta.
Pinta	Renkaan kulutuspinta, keskipinta
Yhdistelmä	Sisäkumin ja sivupintojen liitos
HA-rengas	Henkilöauton rengas
Operaattori	Kokoonpanokonetta käyttävä henkilö
Kaapeli	Ytimeistä ja kolmiopalasta koostuva komponentti
JLB	Nylonlangoista ja kumista koostuva nauha
Vaunu	Komponenttien kuljetusyksikkö
Steellastic	Teräsvyön valmistuksen osasto
K-39	Kokoonpanokone numero 39
K- 41	Kokoonpanokone numero 41
K-45	Kokoonpanokone numero 45, 45maxx

## 1 JOHDANTO

Työn tarkoitus oli selvittää suurimmat syyt kokoonpanon teräsvyöjätteelle, koska jäte on merkittävä kuluerä Nokian Renkaiden toiminnassa ja aiheuttaa suuret kustannukset vuosittain. Lisäksi työstä tehtiin yhteenveto seurannasta ja suurimmista syistä. Tarkoitukseni ei ollut keksiä parannuskeinoja vaan parannuskohteita.

Teräsvyöjätteiden syyt jaoteltiin kokoonpanosta johtuviin sekä laadullisiin jätteisiin, koska kaikki teräsvyöjäte riippumatta jätteen syystä, punnitaan ja merkitään kokoonpanon jätteeksi. Mittaus suoritettiin ns. tukkimiehen kirjanpidolla erilliseen seurantakaavakkeeseen. Kaavakkeeseen oli annettu valmiit vaihtoehdot. Mittaustapaan päädyttiin, jotta kaavake olisi nopea täyttää eivätkä merkinnät veisi paljon työaikaa sekä siihen olisi helpompi sitoutua. Seuranta suoritettiin koneilla 39, 41 ja 45. Kone 45 oli vertailukoneena, koska se edustaa kokoonpanon uusinta konekanta. Seurantajakson pituudeksi määräytyi kaksi kuukautta, jotta kokoonpanokoneilla olisi tehty myös tuotevaihtoja, jonka osuus kokonaisjättemäärästä haluttiin myös selvittää.

Seurantakaavakkeen tulosten perusteella tehtiin parannussuunnitelma suurimpien syiden vähentämiseksi yhdessä kokoonpanon ja komponenttiosaston laatuhenkilöiden ja esimiesten kanssa.

Tavoitteena oli vähentää teräsvyöjätettä, parantaa kokoonpanokoneen toimivuutta sekä tehostaa tuotantoa.

Tulosten perusteella tehtyjen muutosten ja parannusten jälkeen kokoonpanosta johtuva teräsvyöjäte väheni selkeästi.

Jättemäärät piti suhteuttaa tehtyyn rengasmäärään (g/rengas). Tavoitetaso on 15g/rengas. Työhön liittyy luottamuksellisuus ja siksi kaikki luottamuksellinen materiaali on esitetty opinnäytetyön liitteissä.



## 2 NOKIAN RENKAAT

Nokian Renkaat Oyj on vuonna 1988 perustettu yhtiö, joka listautui Helsingin Arvopaperipörssiin vuonna 1995. Yhtiön juuret ulottuvat vuoteen 1898, jolloin perustettiin Suomen Gummitehdas Oy. Polkupyörärenkaiden valmistus alkoi vuonna 1925 ja henkilöautorenkaiden valmistus vuonna 1932. Tunnetuin merkkituote, Nokian Hakkapeiliitta, tuli tuotantoon vuonna 1936.

Nokian Renkaat on Pohjoismaiden suurin rengasvalmistaja ja toimialan kannattavimpia yrityksiä maailmassa. Yhtiö kehittää ja valmistaa henkilöautojen kesä- ja talvirenkaita sekä raskaiden koneiden erikoisrenkaita. Yhtiö on Pohjoismaiden suurin pinnoitusmateriaalien valmistaja ja pinnoittaja. Nokian Renkaat toimii pääosin renkaiden jälkimarkkinoilla. Jatkuvasti uudistuva tuotevalikoima ja asiakkaalle aitoa lisäarvoa tuottavat innovaatiot ovat yhtiön keskeisiä menestystekijöitä.

Nokian Renkaiden tuotekehitys, hallinto ja markkinointi sekä valtaosa tuotannosta ovat Nokialla. Yhtiöllä on kaksi omaa tuotantolaitosta, toinen Nokialla Suomessa (Kuvio 1) ja toinen Vsevolozhskissa Venäjällä. Venäjän tehdas on uusi, ja se aloitti toimintansa kesällä 2005. Osa Nokian-merkkisistä renkaista tehdään sopimusvalmistuksena yhteistyökumppaneitten tehtailla. Yhtiöllä on sopimusvalmistusta USA:ssa, Indonesiassa, Kiinassa ja Slovakiassa. Omat myyntiyhtiöt toimivat Ruotsissa, Norjassa, Venäjällä, Saksassa, Sveitsissä, Tšekin tasavallassa, Ukrainassa, Kazakstanissa ja Pohjois-Amerikassa.

Nokian Renkailla on Pohjoismaiden suurin ja kattavin rengasketju, Vianor, johon kuuluu noin 673 omaa myyntipistettä ympäri maailmaa. (Nokian Renkaat, henkilöstöopas 2008, 3)



Kuva 1. Nokian Renkaiden Nokian tehdas (Nokian Renkaat Oyj 2005)

### 3 TUOTANNON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Nokian Renkaiden ympäristövaikutuksia ovat mm. erilaiset päästöt ilmaan, vesistöihin sekä maaperään.

Ilmapäästöiksi luokitellaan VOC- eli liuotinainepäästöt, hiukkaspäästöt, melu ja haju. Maaperään päätyy kaatopaikalla sekajätteet ja vesistöön on mahdollista vahinkotapauksissa päästä pieniä määriä kemikaaleja.

Näitä vaikutuksia pyrimme vähentämään parhaalla mahdollisella tavalla. Tarkkailemme päästömääriä, kehittämme ja tehostamme toimintaa sekä korjaamme havaittuja poikkeamia.

Tuotannon kasvun (47% edellisvuodesta) myötä ovat myös ympäristövaikutukset kasvaneet. Näistä merkittävimmät ovat liuotinainepäästöt sekä jätteet. Erityisesti sekajätteen määrä on kasvanut huomattavasti. Jätteiden kierrätys aste on kuitenkin edelleen 94%. Positiivisesti ovat tehostuneet esimerkiksi veden sekä energian käyttö. Katkeamaton vuorotyö tuotannossa sekä erilaiset korjaus- ja parannustyöt ovat tehostaneet energian käyttöä. [http://www.nokianrenkaat.fi/tuotannon\\_ymparistovaikutukset](http://www.nokianrenkaat.fi/tuotannon_ymparistovaikutukset)

## Nokian-tehtaan ympäristövaikutukset 2011



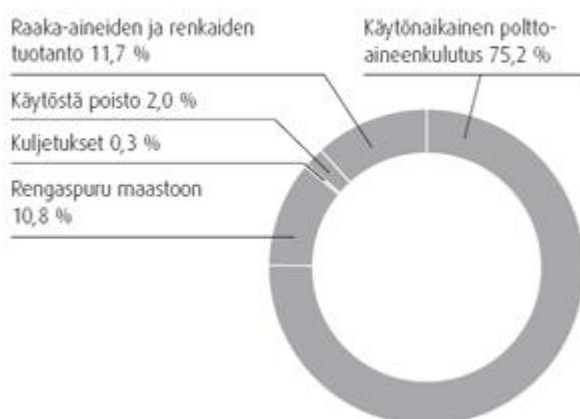
Yllä olevassa kuvassa on yhteenveto tehtaan toiminnasta ja ympäristövaikutuksista.

Raaka-aineita käytettiin yhteensä noin 80 400 tonnia. Raaka-aineet ovat kumeja, puolivalmisteita ja kemikaaleja. Kemikaaleista merkittävimmät ovat noki, pehmittimet, vaaleat täyteaineet sekä aktivaattorit.

d = päivä  
m³ = kuutiometri  
a = vuosi  
t = tonni

Raaka-aine	2011 (t)	Tuotantoon suhteutettu (kg/tuote t)
Kemikaalit	31 760	432
Kumit	37 300	507
Puolivalmisteet	11 350	154

### Renkaan elinkaaren ympäristövaikutusten jakautuminen



Kuva 2. (Nokian Renkaat Oyj, [www-sivu]. 2012)

#### 4 HENKILÖAUTORENKAAN VALMISTUSPROSESSI

Rengasvalmistuksen pääraaka-aineita ovat luonnonkumi, synteettinen kumi, noki ja erilaiset kemikaalit. Kumisekoitusten osuus renkaan kokonaispainosta on noin 80 % (Hahtola 2006, 10). Noin 50 % raaka-aineista on öljypohjaisia. Raaka-ainekustannusten osuus on lähes 30 % valmistustoiminnan liikevaihdosta ja noin 50 % tuotantokustannuksista. (Nokian Renkaat Oyj 2009, 2)

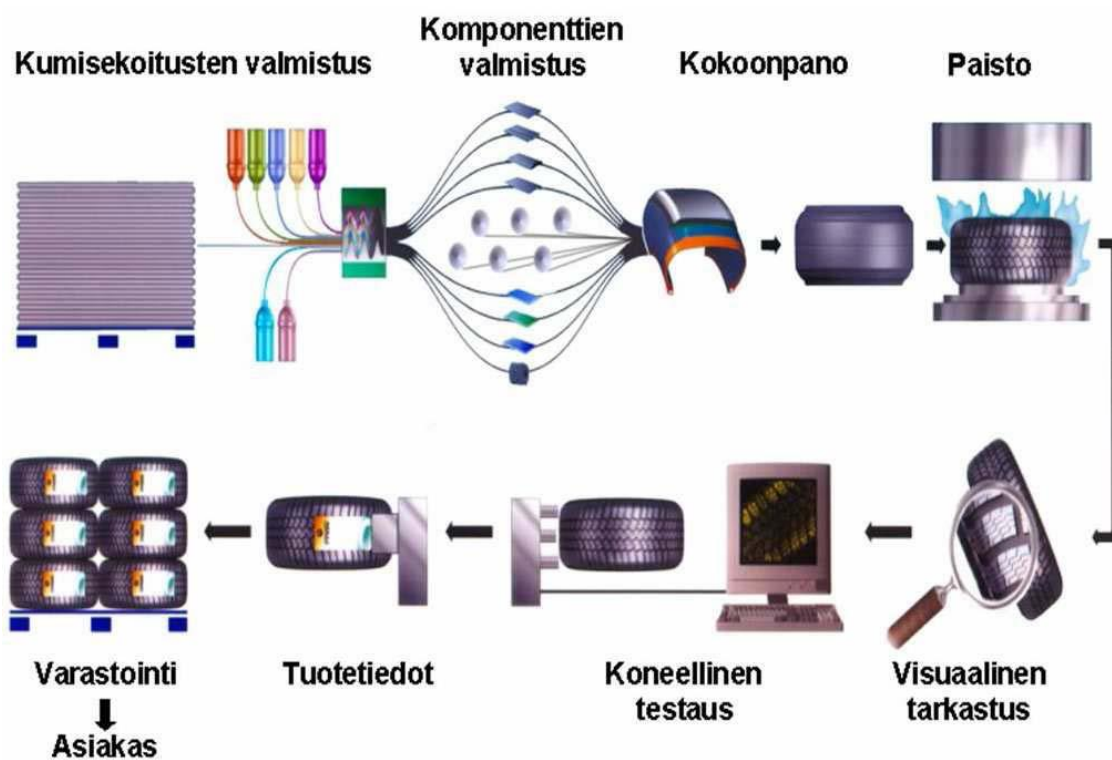
Alkuvalmistuksessa raaka-aineista valmistetaan kumisekoituksia, joita käytetään rengasvalmistuksessa tarvittavien komponenttien kumittamiseen. Erilaiset komponentit vaativat koostumuksiltaan erilaisia kumisekoituksia. Myös renkaan käyttötarkoitus vaikuttaa kumisekoitusten valintaan. (Nokian Renkaat Oyj 2009, 2)

Rengas valmistetaan useista eri komponenteista, joita ovat muun muassa kulutuspinta, runkokoordi, sisäkerroskumi, kaapeli, ydin, sivupinta, sivukiilanauha, kolmiotäyte ja teräsvyö. Valtaosa komponenteista on erilaisia vahvikeosia. (Nokian Renkaat Oyj 2009, 2)

Kokoonpanokoneilla komponenteista kootaan renkaan runko ja vyöpaketti, jotka yhdistetään. Näin muodostuu rengasaihio, joka on pehmeä ja muotoiltavissa. Rengasaihiot paistetaan eli vulkanoidaan paistopuristimissa. Vulkanoinnissa aihiot saadaan kiinteiksi ja joustaviksi paistamalla ne oikeassa lämpötilassa ja paineessa. Paistossa rengas saa lopullisen ulkonäkönsä ja sivumerkintänsä. Kuviossa 2 on esitelty renkaan eri komponentit (Nokian Renkaat Oyj 2009, 2)

Jokainen henkilöautonrengas tarkastetaan sekä visuaalisesti että koneellisesti. Visuaalisessa tarkastuksessa kiinnitetään huomio renkaan mahdollisiin ulkonäkövirheisiin. Koneellinen tarkastus mittaa renkaiden geometrisen pyöreyyden, sivuttaisvoimavaihtelun, säteittäisvoimavaihtelun ja kartiokkuuden. (Nokian Renkaat Oyj 2009, 2)

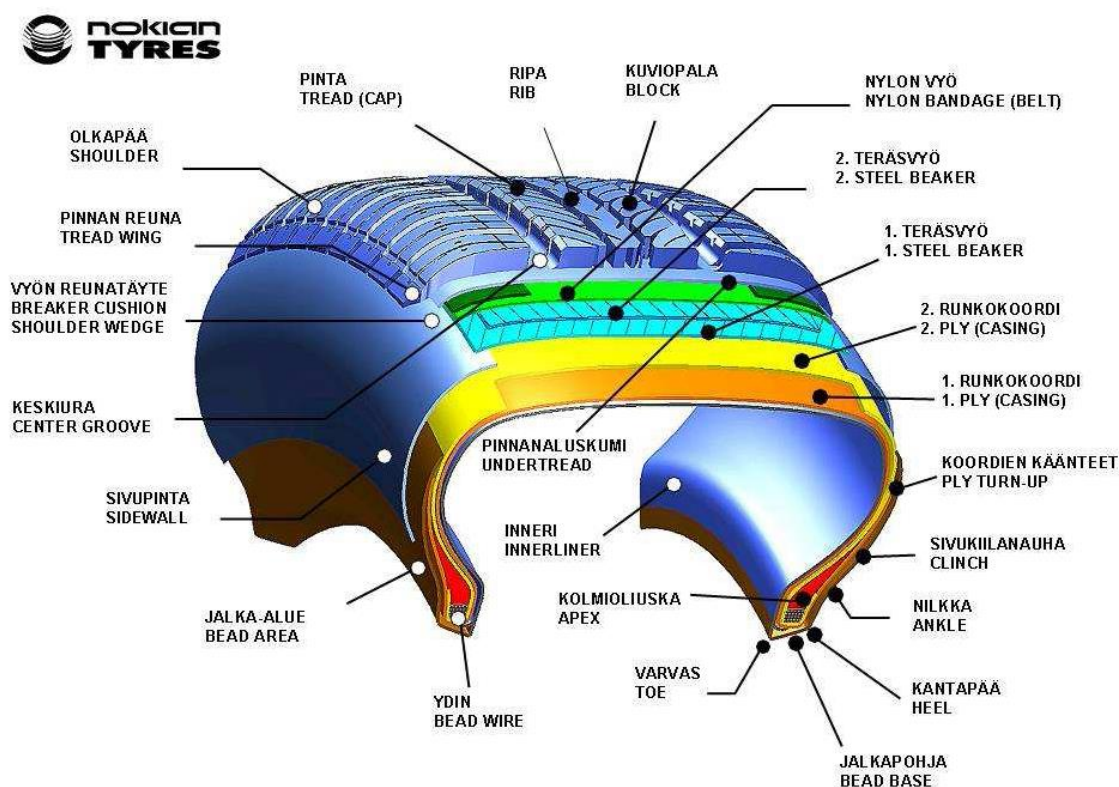
Renkaiden valmistus (kuva 3) alkaa kumisekoituksen valmistuksesta, seuraavina vaiheina ovat komponenttivalmistus, kokoonpano, paisto, visuaalinen tarkastus, koneellinen testaus, tuotetiedot ja varastointi, jonka jälkeen rengas on valmis myytäväksi asiakkaalle.



Kuva 3. Henkilöautorenkaan valmistusprosessi (Nokia Renkaat Oy 2009)

## 5 KOMPONENTTIVALMISTUS

Renkaassa on kahdeksan erilaista pääkomponenttia, jotka valmistetaan komponentti-valmistuksessa. Pääkomponentit sisältävät erilaisia osakomponentteja 10 - 30 kappaletta. Kuvassa 4 on lueteltu tarkemmin kaikki renkaan sisältämät komponentit.



Kuva 4. Renkaan komponentit (Nokia Renkaat Oyj 2009)

### 5.1 Sisäkerroskumi, eli inneri

Tämän komponentin tarkoituksena on korvata sisärengas. Inneri on kaksiosainen komponentti, jonka alemman osan tehtävänä on pitää ilma. Päällimmäisellä komponentilla on tehtävänä suojata runkokudosta. Inneriä ajetaan LT-80 koneella, josta sitä syntyy 20m/min. Inneri ajetaan kangaspakkaan, joka kuljetetaan jatkojalostukseen kokoonpanoon.

### 5.2 Kaapeli

Kaapelin tehtävänä on lujittaa renkaan jalkaosaa vannealueella. Kaapeli on kaksiosainen ja muodostuu ytimestä ja kolmiotäytteestä (apex). Kaapelin koko vaihtelee 13 - 20 tuumaan.

Ydin lujittaa vannealuetta ja ne ajetaan SW-käärintäkoneella. Kuudelta kelalta tulevat langat esilämmitetään ja sen jälkeen kumitetaan. Jäähdytymisen jälkeen langat kääritään kehälle kuusi rinnakkain. Yhdestä langasta tulee yksi ydin, eli yhdestä kehästä syntyy 6 kappaletta ytimiä. Kolmiotäyte (Apex) liitetään ytimeen, joka antaa renkaalle ajovakautta kaarreajossa.



### 5.3 Teräsvyö

Teräsvyö on tukikomponentti kulutuspinnan alla. Teräsvöitä on 20 eri leveyttä, viiden mm:n porrastuksella 125–265 mm:iin. Renkaaseen tulee kaksi eri levyistä teräsvyötä päällekkäin. Niistä leveämpi asennetaan alimmaiseksi.

Teräsvyöt on vahvistettu erittäin hienoilla, kestävillä teräslangoilla, jotka on kumitettu molemmin puolin. Kaksi teräsvyötä liitetään toisiinsa, ja ne kulkevat kulutuspinnan poikki siten, että teräslangat kulkevat ristiin kudusrungon lankojen kanssa muodostaen tukikolmiot. Tämä vaihe tunnetaan kolmiointina, ja sen tehtävä on jäykistää kulutuspin-taa.

Teräsvyöt kulkevat renkaan koko kulutuspinnan alueella, ja niillä on moninainen ja tärkeä tehtävä renkaan käytön kannalta. Teräsvöiden on oltava riittävän jäykkiä renkaan koko ympärysmittalla, jotta keskipakovoima ei venytä niitä. Näin teräsvyöt säilyttävät renkaan halkaisijan oikeana kaikissa olosuhteissa. Teräsvöiden on oltava myös poikittaissuunnassa riittävän jäykkiä, jotta ne jaksavat vastustaa kaarreajossa syntyvää rasitusta ja kuormitusta. Teräsvöiden on oltava myös riittävän taipuisia vaimentaakseen tiessä olevat töyssyt ja pinnan korkeuserot. Teräsvyöt valmistetaan yhdistämällä terästä ja kumia.

### 5.4 Runkokoordi

Koordin tehtävänä on vastaanottaa renkaan sisäpaine. Koordi on molemmin puolin kumitettua viskoosi- tai polyesterikangasta.

### 5.5 JLB

JLB (jointless bandage) on 10mm leveää nauhaa, jonka tehtävänä on vähentää tasapainotus ja värinäongelmia. JLB-nauhaa ajetaan Calemard koneella rullille, jotka nostetaan vaunuihin ja vaunut kuljetetaan jatkojalostukseen kokoonpanoon. Kokoonpanossa JLB kääritään teräsvyön päälle limittäin.

## 6. HENKILÖAUTORENKAAN KOKOONPANO

Renkaantekijät, joita kutsutaan operaattoreiksi kokoavat komponentit rengasaihioiksi kokoonpanokoneilla, joita osastolla on 25 kpl. Tässä työssä henkilöautorengaasta on käytetty lyhennettä ha-rengas.

Kokoonpanokoneita on kolmea eri tyyppiä:

H-koneet

Autosinglet

MAXX.

H-koneita on neljä kappaletta ja niillä tehdään sekä henkilöautorenkaita että C-renkaita. Yleisin HA-renkaan kokoonpanokonetyyppi Nokia Renkailla on VMI Groupin valmistama 248 Autosingle, joita on 18 konetta(Kuva3) ja niillä valmistetaan ha-renkaita, C-renkaita ja SUV-renkaita. Nokian tehtaan uusimpia koneita edustaa VMI-Groupin MAXX, joita on kolme kappaletta.



Kuva 5. Autosingle kokoonpanokone K-41

Kokoonpanokone vetää vyörummulle kaksi teräsvyötä, joista leveämpi tulee ensimmäisenä. Näiden päälle tulee JLB-nauha sekä kulutuspinna. Operaattori tarkastaa kulutuspinnan sauman paksuuden ja avonaisuuden. Kone vetää yhdistelmän runkorummun ympärille ja renkaasta riippuen 1-2 kerrosta kangasta koordia. Operaattori tarkastaa sekä yhdistelmän että koordin saumojen pituuden. Tämän jälkeen kone siirtää operaattorin asettamat kaapelit runkopaketille. Kun komponentit on vedetty kokoonpanokoneen vyörummulle ja renkaan runko asetettu venytyskoneen laipioille, koneen siirtorengas siirtää



pinnan ja vyön muodostaman paketin rungon päälle. Tämän jälkeen runkoon johdetaan paine, joka venyttää sen kiinni pakettiin. Näin muodostuu rengasaihio, jonka siirtorengas siirtää hissiin ja kattojärjestelmään. (Nokia Renkaat Oyj, intranet prosessikuvaus 2011) Lisäksi operaattori laittaa jokaiseen aihioon seurantatarran.

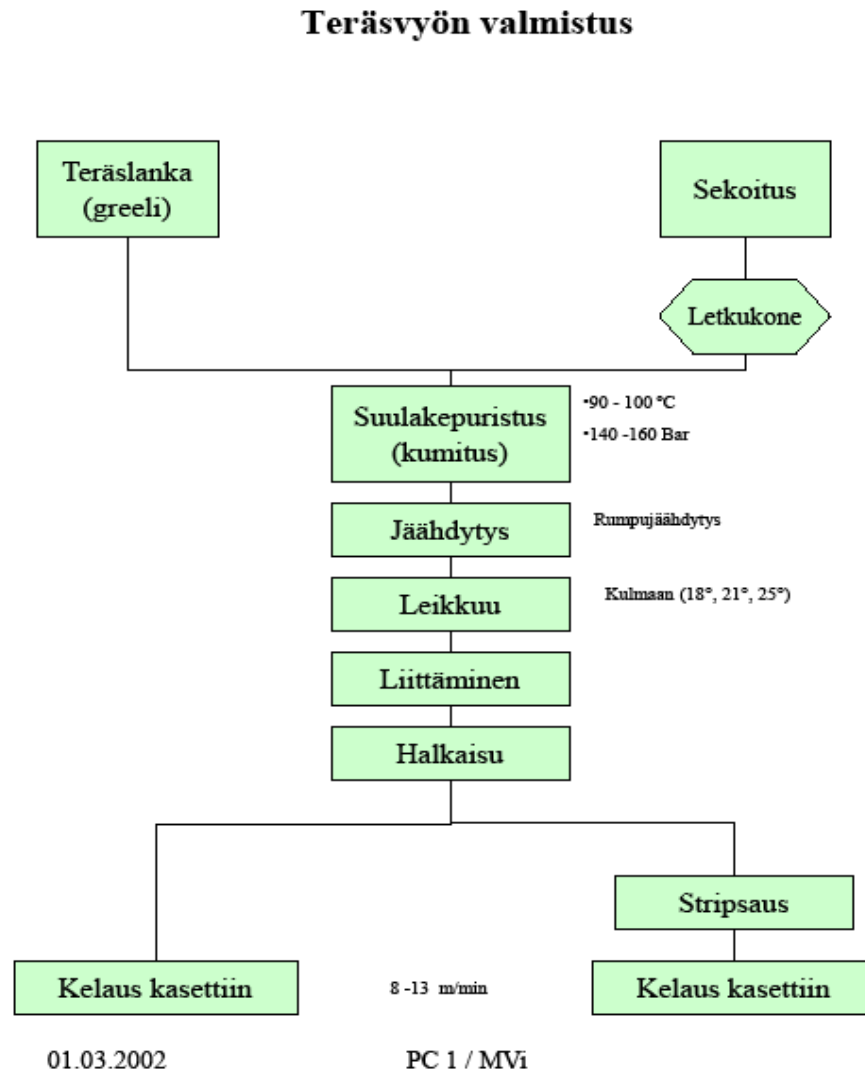
Autosinglellä on mahdollista valmistaa reilut 400 ja H-koneella 250 aihiota työvuoron aikana.

MAXX-autosinglellä kokoaminen poikkeaa edellä kuvatusta. Operaattori ei ole koskeuksissa aihioon missään vaiheessa. Kun edellä kuvatussa kokoonpanossa operaattori asettaa käsin kaapelit, yhdistelmän seurantatarran ja askeltaa yhdistelmän, koordin sekä kulutuspinnan.



Kuva 6. VMI MAXX Autosingle

## 7. TERÄSVYÖN VALMISTUS



Kaavio 1. Teräsvyön valmistus (Nokia Renkaat Oyj intranet)

Aluksi teräslangat kumitetaan, jonka jälkeen raina leikataan 25° kulmaan teräsvyöleikkurilla ja liitetään toisiinsa. Näin saatu teräsvyö halkaistaan kahtia ja ajetaan kelavaunuihin. Yhdessä kelavaunussa on n. 200 m teräsvyötä. (Liite1)

Stripsauslaitteella (Kuva7) lisätään leveimmän teräsvyön reunoihin vahvistava erotusstripsi.



Kuva 7. Stripsauslaite

Vyöreunan stripsi on käytössä sekä leveissä rakenteissa että isoissa vaativissa koissa, C- ja LT renkaissa ja V- ja nopeamman nopeusluokan renkaissa.

## 8. TERÄSVYÖJÄTTEEN SYNTY KOKOONPANOSSA

Kokoonpanokoneilla tuotannossa syntyvä jäte erotellaan ja lajitellaan omiin jätelajikohdaksiin astioihin, jotka täyttyessään punnitaan ja kirjataan ylös kokoonpanojätteeksi (Liite3). Seurannan päätarkoitus oli selvittää kokoonpanosta johtuvat teräsvyöjätteet, joihin kone- ja vaihtojäte lukeutuvat. Jätelavalle (Kuva8) tulevat myös kokoonpanosta riippumattomat ja siinä ilmenevät laatu-jätteet, jotka seurannalla haluttiin erottaa teräsvyön kokonaisjättemäärästä.



Kuva 8. Jäteastiat kokoonpanossa

### 8.1 Teräsvyöjäteseuranta

Teräsvyöjäteseuranta toteutettiin kokoonpanossa kolmella eri kokoonpanokoneella. Koneiksi valikoituivat kone numero 39, 41 ja maxx45. Maxx45 otettiin seurantaan vertailuksi, koska se edustaa uusinta konekanta. Koneet 39 ja 41 valittiin niiden suurimman häiriöraportoinnin vuoksi. Seuranta toteutettiin koneilla seurantalomakkeilla (Liite1), joihin operaattori merkitsi tukkimiehen kirjanpidolla vuorossa ilmenevät teräsvyöjät syyt. Syyt olivat eritelty kone-, vaihto-, ja laatu-jätteisiin. Seuranta-aika oli kaksi kuukautta.

### 8.2 Konehäiriöjäte

Teräsvyön konehäiriöjätteisiin lukeutuvat kaikki kokoonpanokoneessa ilmenevät häiriöt, joihin lukeutuvat mm. leikkuu-, keskitys-, tunnistus- ja mittaushäiriöt ja vyön venyminen sekä akselivirhe.

### 8.3 Vaihtojäte

Teräsvyön vaihtojätettä syntyy mm. kun kokoonpanokoneella vaihdetaan koottava tuote tai tuumakoko ja tähän kategoriaan lasketaan myös koneella suoritettu koetoiminta.



#### 8.4 Laatujaäte

Kokoonpanosta riippumatonta jätettä on teräsvyön laadusta johtuva jäte ns. laatujaäte, joihin lukeutuvat mm. leveys heitto, huono stripsi (Kuva 9), väärä materiaali, vekiit sekä teräsvaunun välikangas kaksinkerroin.



Kuva 9. teräsvyössä huono stripsi

#### 8.5 Teräsvyön valmistustoleranssit

Teräsvyön leveystoleranssi kokoonpanossa on  $-3\text{mm} - +2\text{mm}$  ja teräsvyön keskeisyys vyörummulla  $\pm 1\text{ mm}$ . Teräsvyön reunastripsien leveys päällä  $15 \pm 4\text{mm}$  ja alla  $20 \pm 4\text{ mm}$ . (Nokia Renkaat Oyj, intranet valmistustoleranssit 2011)

#### 8.6 Teräsvyön katkaisu ja saumaus, K-39 ja K-41

Teräsvyön katkaisu tapahtuu automaattisella vyöleikkurilla. Saumaus tehdään tyssäsaumana. Vyö saumataan tyssäsaumalla toisiinsa niin, että vyön alkupään- ja loppupään sivut ovat toistensa tasalla. Lankajako tulee säilyä saumassa (ei lankoja päällekkäin, max yhden langan aukko sallitaan). Saumassa kumit tarttuvat toisiinsa kiinni. Irtonaiset teräslangat (ei kumia lankojen päällä tai muuten irti) poistetaan vyön päistä ennen saumausta. (Liite3)

## 9. TERÄSVYÖJÄTE

Tavoite jätemäärälle oli max. 15g/aihio, ainoastaan kone 45maxx jäi selvästi tämän alle molempina seurantakuukausina.(Kaavio2.)(Liite11)

### 9.1 Kone 39

K-39:llä(Kaavio3)(Liite12) ilmeni suurimmaksi teräsvyöjätteen syyksi syyskuussa laatujäte. Kolme suurinta laatujätesyytä olivat välikangas kaksin kerroin, huono stripsi(Kuva 4) ja väärää terästä. Lokakuussa tilanne tasoittui ja kaikkia kolmea häiriöjättesyytä ilmeni miltei yhtä paljon. Kolme suurinta jätesyytä olivat vaihto, leveys heitto ja leikkuuhäiriö.

### 9.2 Kone 41

Suurimmaksi teräsvyöjätteen kokonaismäärän syyksi ilmeni K-41:llä(Kaavio4)(Liite11) syyskuussa selkeästi konehäiriöjäte ja tarkemmin eriteltynä leikkuuhäiriöt. Lokakuussa laatu- ja konehäiriöjätteitä oli miltei keskenään yhtä paljon. Laatujätesyynä oli leveys-heitto ja konehäiriöjätteiden syynä olivat keskitys-, leikkuu- ja mittaushäiriöt.(Liite13).

### 9.3 Kone 45

K-45(maxx):lla teräsvyöjätettä syntyi eniten kone- ja laatujätteistä (Liite12). Vaihtojätettä ei ollut lainkaan. Syyskuussa(Liite14) ongelmana oli erityisesti vyön leikkuu- ja tunnistushäiriöt ja huono stripsi. Lokakuussa suurimmaksi ongelmaksi erottui laatujätteestä huono stripsi.

### 9.4 Teräsvyöjätteet painogrammoina/häiriö

Ainoastaan laatujätettä esiintyi selkeästi kaikissa. Kone 41 suurimpana ongelmana olivat konehäiriöt, kun K-39 ongelmana oli laatu- ja vaihtojäte. K-45:lla ei esiintynyt lainkaan vaihtojätettä. Yhteenvedosta (Kaavio 6)(Liite15) voi huomata selkeät erot koneiden välillä, ainoastaan kokoonpanosta johtumatonta laatujätettä syntyi kaikilla koneilla.

## 10. YHTEENVETO TERÄSVYÖJÄTTEESTÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli selvittää syitä kokoonpanossa syntyvälle teräsvyöjätteelle, sekä selvittää parannuskohteita, joita parantamalla voisi tulevaisuudessa vähentää kokoonpanossa syntyvää teräsvyöjätettä.

Kokoonpanosta riippumatonta jätettä on laatu-jäte. Laatu-jätteiden suurimmaksi syyksi kaikilla koneilla erottui selkeästi huono stripsi sekä leveysheitto. Taulukossa 2 on esitelty yleisimmät laatuongelmat ja niihin mahdollisesti johtaneet syyt steelillä.

TAULUKKO 1. Laatu-jäte kokoonpanossa

LAATUHÄIRIÖ	MAHDOLLINEN SYY
Teräsvyö liian kapeaa tai leveää	Teräsohjurien asennot ja ajoarvot virheelliset
Stripsi on auki, soutaa ja leveysheittoa	Kääntölaippa on säädetty väärin
Teräsvyössä kökköjä	Sekoitus ei toimi prosessissa, sekoitus epäkuranttia
Teräsvyössä vekskejä	Vinoon ohjautuminen kelassa
Huono kumitus, teräslankoja näkyvissä	Sekoitus karkea tai roskainen, Kumin lämpötila liian alhainen
Teräsvyö harmaata/kuivaa	Letkukoneen lämmöt liian korkeat
Väärää terästä kelassa	Operaattorin huolimattomuus

Lisäksi tehdessäni yhteenvetoa seurantalomakkeen laatu-jätteiden tiedoista, huomasin tiettyjen nimikirjaimien suuremman esiintyvyyden vyön seurantatarran kohdalla. Syyskuussa Ei tarraa 35 % ja CS 17 % ja lokakuussa ei tarraa tai XX merkintä 29 %, TN 16 % ja CS 15 %.(Kaavio 7 ja 8)(Liite16)

Konehäiriöjätteen suurin syy kaikilla koneilla oli leikkuu- ja keskityshäiriöt. Lisäksi K-39 ja K-41:llä mittaushäiriöt. Myös vaihtojätettä ilmeni K-39:llä.

Kaaviossa 9 on selkeytetty kuinka monta kertaa operaattori on joutunut kyseisellä koneella poistamaan epäkurantin teräsvyön. Erityisesti koneella 41 oli jätettä syntynyt paljon ja häiriöajasta johtuen koottuja aihioita on tullut selvästi vähemmän.

Lopuksi tein lyhyen yhteenvedon mittausten perusteella tehdyistä muutoksista Steellasticillä ja kokoonpanossa.

### 10.1 Muutokset Steellasticillä

Seurannan perusteella ilmi tulleet vyön seurantatarran puuttuminen ja nimikirjain ongelmien syyksi selvisi liian vähäinen määrä operaattoreita steellasticillä. Kahta operaattoria kohden oli kolme konetta ja ns. keskimmäisestä koneesta ei kukaan halunnut merkitä omilla nimikirjaimillaan. Käytännössä kone merkittiin XX, CS(olematon henkilö) tai se jäi ilman tarraa.

Syyn selvittyä operaattoreita on lisätty yhdellä ja tarrat on vaihdettu viivakoodillisiin (Kuva 10) ja henkilökohtaisista konekohtaisiin merkintöihin. Tarvittaessa tiedot voidaan kuitenkin jäljittää.



Kuva 10. Ylempänä vanha tarra ja alempana 4kpl uusia keltaisia viivakooditarroja

Lisäksi teräsvyökeloihin on lisätty mitta-antureita, jotka pysäyttävät kelauksen mikäli anturi havaitsee toleranssin ulkopuolisen lukeman sekä isot näyttötaulut katon rajaan (Kuva 11.), näyttötaulu ei kuitenkaan poista operaattorin jatkuvaa visuaalista tarkastelua sekä minimissään kerran kelanvaihdon yhteydessä tehtävää mittausta. Kokoonpanoon ei saa lähettää toleranssit ylittävää teräsvyötä, vaan se on ohjattava purkuun.





Kuva 11. Kelausasema A(1-vyö) ja B(2-vyö)

## 10.2 WMI 248-singleille tehdyt teräskuljetin- ja leikkuu muutokset

Tässä luvussa on eritelty kokoonpanokoneille(248-single) mittausten jälkeen tehdyt muutokset, joihin lukeutuvat ohjelma- ja leikkuuterän muutokset, magneettien lisäys vyön paikalleen pitämiseksi leikkuun aikana, leikkuuympäristön muuttaminen rullaraksi ja leikkuuvasteen muutokset.

### 10.21 Ohjelmamuutokset

Muutoksilla on haettu toimintavarmuutta lähinnä leikkuuympäristöön. Muutoksia on jouduttu tekemään myös mekaanisten muutosten vuoksi. Ohjelmaa on muutettu siten että teräsvyötä ajetaan leikkuun jälkeen vetäville rullille 2cm. Tämä edesauttaa seuraavaa mittaussykliä, koska materiaalin pää on jo ohittanut leikkuuvasteen ja muut mekaaniset esteet. Ohjelmaan on tehty myös muutos terän ajamiseksi materiaalin päälle ennen vasteen ylösnousua leikkuun aikana. Tämä estää terän törmäämisen materiaalin reunan. Ohjelmasta on myös poistettu induktiivisenrajan ohjaama leikkumatka. Nykyi-

sellään ohjelma suorittaa leikkuumatkan laskennallisesti, ottaen huomioon vyön leveyden ja leikkuukulman. Näin leikkuumatka on saatu tarkemmaksi ja häiriöherkät rajat poistettua kokonaan leikkuuympäristöstä. Leikkuuvastimen ylhäällä oloaika on lisätty, etteivät vyön päät sulaisi takaisin kiinni toisiinsa leikkuun jälkeen. (Risto Ollikainen 2012)



Kuva 12. Ohjelmamuutos (Risto Ollikainen 2012)

#### 10.22 Terämuutos

Terän muutoksilla on haettu parempaa materiaalin puhkaisukykyä ja huoltovälin pidentämistä sekä tietysti yleistä toimintavarmuutta. Terän teroitussyvyyttä on lisätty 1,5mm:stä 3mm:iin. Tämä muutos auttaa ennen kaikkea vahvojen voiden leikkaamiseen, mihin on ajettu reunanauha eli stripsi. Terän muotoa on muutettu niin, että terä puhkaisisi materiaalin paremmin. Terät pinnoitetaan nykyisin TEFLON AR-120 pinnoitteella, mikä estää kumin tarttumisen terän pintaan. Kumin kiinni palaminen terään aiheuttaa huonon leikkuujäljen. Terää on myös suurennettu. Tämä muutos sallii suuremmat materiaaliheitot leveydeltä, koska leikkuumatkan ei tarvitse olla niin tarkka.



Kuva 13. Leikkuuterä

### 10.23 Magneetit

Kuljettimen rullien sisälle on lisätty magneetit, teräksen paikalla pysymiseksi ja tarkemman siirron aikaan saattamiseksi. Magneetit on asetettu rullien sisään siten, että materiaalin pää on aina magneetin kohdalla leikkuun jälkeen, jolloin seuraavan mittasyklin aloitus on varmempi. Muutoin kuin leikkuuympäristössä magneetit sijaitsevat rullan keskellä pitäen materiaalin kiinni kuljettimessa. Leikkuussa esiintyi myös ongelmaa, jos teräslangat olivat vyössä ”kierteellä”. Tämä aiheuttaa materiaalin pään nousun leikkuun jälkeen. Magneeteilla materiaalin pää saadaan ”imettyä” paremmin kiinni kuljettimeen ja estettyä nousevan pään joutuminen keskitinrullien väliin.

### 10.24 Rullaratamuutos

Leikkuuympäristöstä on pyritty minimoimaan kaikki sellaiset mekaaniset osat, mihin materiaali voi tarttua pituusmittauksen aikana. Leikkuuympäristöstä on poistettu esim. vasteen ympärillä olevat reunapellit, sormipainimet ja kiinteä vaste. Vaste on korvattu laakeroidulla rullalla, mikä koostuu kolmesta osasta. Kuljetin on jaettu osiin, millä aikaan saadaan oikea-aikainen veto materiaalille pituusmittauksen ja siirron aikana. Leikkurin ympärillä olevat kuljetinrullat on valmistettu kahdesta osasta ja ne ovat kaikki



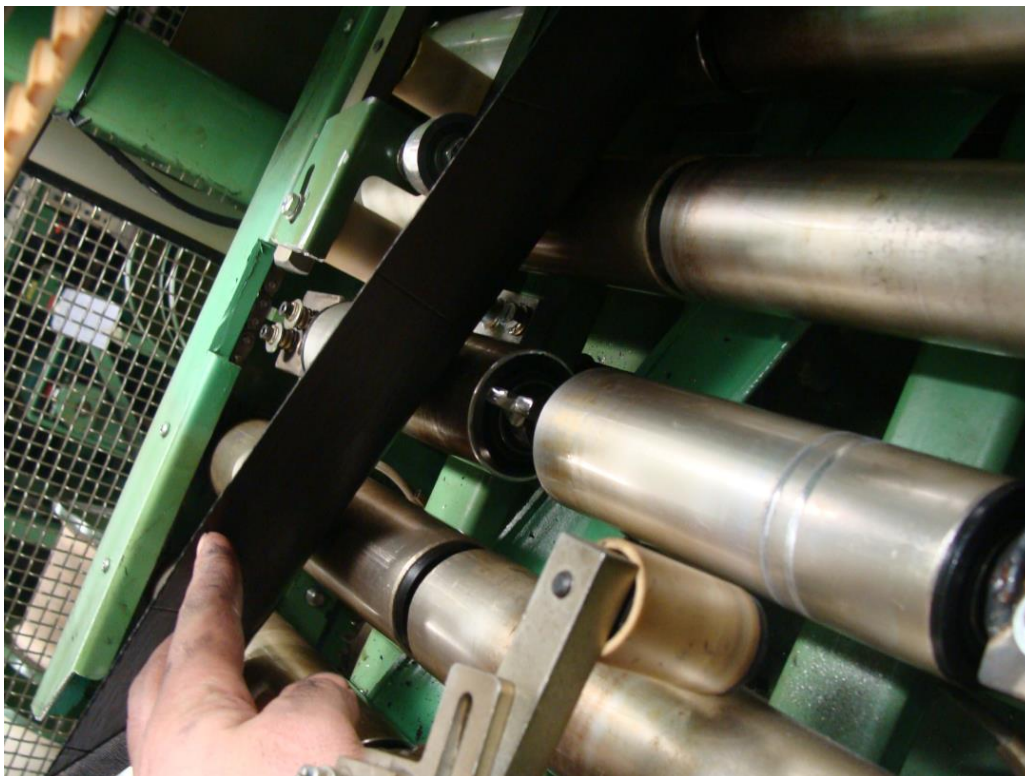
vetäviä rullia. Tällä tavoin toteutettuna samalla akselilla sijaitsevia rullia pystytään pyörittämään eriaikaisesti.



Kuva 14. Kuljetinrullat

#### 10.25 Leikkuuvaste

Vaste on muutettu kiinteästä lattavasteesta kolmiosaiseksi laakeroiduksi rullavasteeksi. Tällä muutoksella on haettu sotkujen vähentämistä ja vyön turhaa venyttämistä ja sau-man parempaa laatua vyörummulla. Muutetulla vasteella saadaan aikaan huomattavasti toimintavarmempi leikkaustapahtuma, koska materiaali pääsee liikkumaan hieman terän puhkaistaessa sitä, eikä näin ollen aiheuta terän tunkeutumista teräslankaan, vaan terä hakeutuu aina teräslankojen väliin. Laakeroidut rullat vasteessa auttaa materiaalin pääsemiseen vasteen yli, mikä aiheutti aiemmin paljon sotkuja leikkurilla.



Kuva 15. Leikkuuvaste (Risto Ollikainen 2012)

## 11. TULOKSET PAPERANNUSTEN JA MUUTOSTEN JÄLKEEN

Muutosten ja parannusten jälkeen tehtiin noin kuukauden mittainen teräsvyöjätiseuranta (kaavio10) koneille 39,41 ja maxx45. Jälkiseurannalla haluttiin selvittää erityisesti kokoonpanokoneilla tehtyjen muutosten vaikutus konehäiriöjätteisiin, koska työn pää tarkoituksena oli selvittää syitä kokoonpanossa syntyvälle teräsvyöjätteelle. Konehäiriöjäte väheni merkittävästi leikkuu- ja ohjelmamuutosten jälkeen, näin ollen WMI 248-singleille tehdyt teräskuljetin- ja leikkuu muutokset voidaan ottaa tarvittaessa käyttöön muillakin kokoonpanokoneilla.

Myös vaihtojäte (kaavio11) väheni jonkin verran. Teräsvyön vaihtojätettä syntyy mm. kun kokoonpanokoneella vaihdetaan koottava tuote tai tuumakoko ja tähän kategoriaan lasketaan myös koneella suoritettu koetoiminta. Mittausten jälkeen vaihto-ohjeita muutettiin ja täsmennettiin.

Kokoonpanosta riippumaton laadusta johtuva teräsvyöjäte (kaavio12) väheni selkeästi ja eniten koneella 41. Tarkennettujen toimintaohjeiden jälkeen kokoonpanoon on lähetty vähemmän toleranssit ylittävää teräsvyötä.

Tuloksia voidaan pitää onnistuneina, sillä työn perimmäinen tavoite oli löytää syyt kokoonpanossa syntyville jätteille. Mittauksesta saadut tulokset mahdollistivat korjaus- ja huoltotoimenpiteiden oikean kohdistamisen, lisäksi kyseiset toimenpiteet vähensivät merkittävästi kokoonpanossa syntyviä jätteitä. Lisäksi mittaus loi edellytykset myös puuttua laadusta johtuvaan jätteen vähentämiseen, yksilöimällä suurimmat laatuhäiriöt. Vasta tulevaisuus osoittaa miten uudet menetelmät, käytännöt, ohjeet ja korjaustoimenpiteet vähentävät teräsvyön kokonaisjättemäärää.

## LÄHTEET

Nokian Renkaat Oyj. 2009. Vuosikertomus. Hämeen kirjapaino Oy

Nokian Renkaat Oyj. 2008. Henkilöstöopas.

Nokian Renkaat Oyj, 2010. Tulosesitys.

Nokian Renkaat Oyj. 2011. [www.nokianrenkaat.fi](http://www.nokianrenkaat.fi)

Rantanen, Mari. 2005. Koulutusmateriaalit. Nokian Renkaat Oyj.

Rantanen, Mari. 2006. Prosessiopas. Nokian Renkaat Oyj.

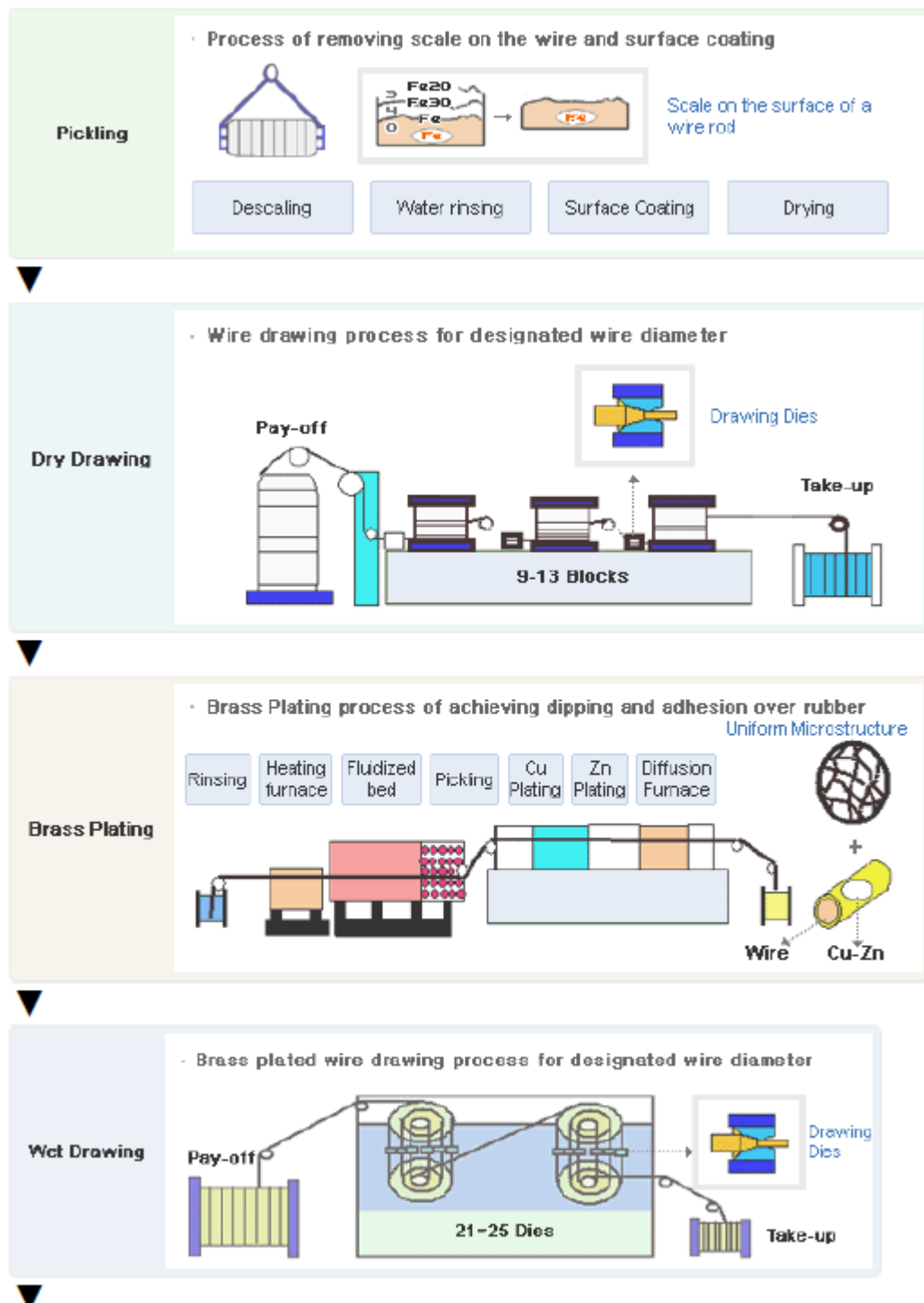
Vmi-Group. 2010. [www.vmi-group.com](http://www.vmi-group.com)

Mari Rantanen, prosessiopas 2006. [sähköinen dokumentti]. Nokian Renkaiden intranet.

Nokian Renkaat Oyj, [www-sivu]. Saatavissa:[nokianrenkaat.fi](http://nokianrenkaat.fi).

## LIITTEET

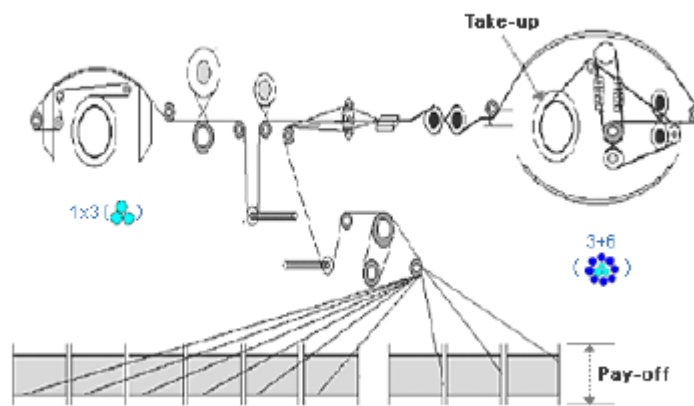
## Liite 1. Teräsvyön valmistusprosessi





## Stranding

• Process of twisting two or more filaments into steel cord



## Liite 2. Seurantalomake

**TERÄSVYÖJÄTTEEN VÄHENNYS HA-KOKOONPANOSSA**  
**SEURANTALOMAKE koneilla 39, 41 ja 45 (maxx).**

Kokoonpanija täyttää joka vuorossa aiheutuneet teräsvyöjätteet seurantalomakkeeseen, eritellen konehäiriö/vaihto/laatu jätteet. Kappaleet voi merkitä ns. "tukkimiehenkirjanpitona".

**Ongelman kuvaus** kohdassa kuvaillaan laatuongelma esim. leveys heitto, huono stripsi, möykkyjä, sotku leikkurilla yms. Tähän kohtaan merkitään myös muut erityishuomiot esim. aloituserä, koetoimintajäte, aloitus (ensimmäinen vuoro) tms.

**Vyön nimikirjaimet** kohtaan merkitään vyön tekijän nimikirjaimet tai niiden puuttuessa xx, viiva tai ei tarraa merkintä.

*Esim.*

pvm	vuoro	vyön laatu	stripsaus	1- vyö	2- vyö	vyön nimikirjaimet	konehäiriöjäte kpl	vaihtojäte kpl	laatujäte kpl
30. 08	3	co75	x		x	OK	II		III

Ongelman kuvaus
Teräswösotku leikkurilla, stripsi auki

Tarvittaessa lisätietoja antaa vuoropäällikkö

41

\_\_\_\_\_

### Teräsvyöjätteen vähennys ha-kokoonpanossa

Koneet 39, 41 ja 45 (maxx)

[illegible]

